

# Hydrographische Beobachtungen in der Kieler Förde 1952—57

Von R. KÄNDLER

(2. Beitrag über langfristige Beobachtungen in der Kieler Förde)

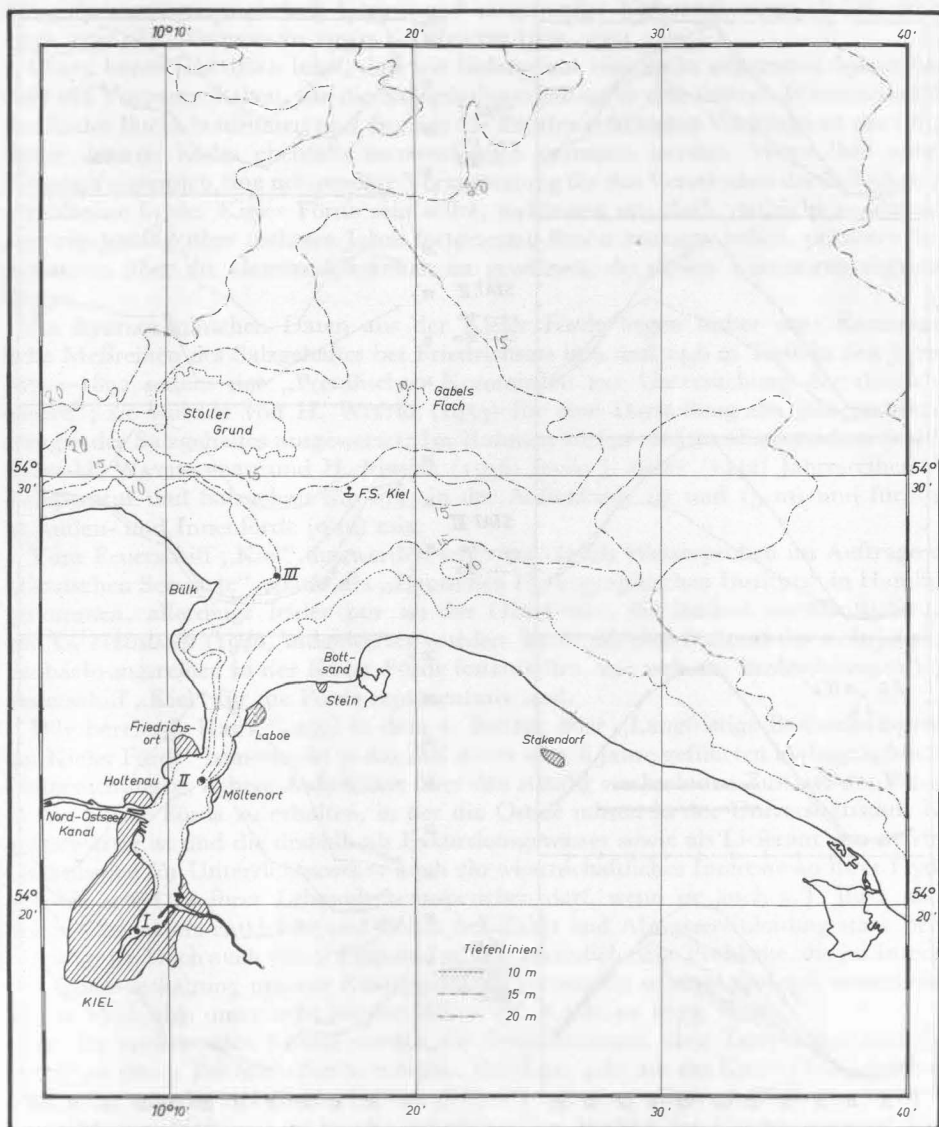
## Einleitung

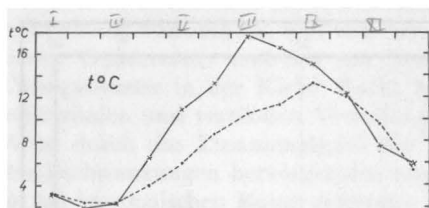
Die Kieler Förde stellt die am weitesten südlich gelegene der vier tief ins Land einschneidenden Meeresbuchten an der Südwestküste der Kieler Bucht dar, deren jede ihre morphologischen und hydrographischen Besonderheiten aufweist. Sie sind ihrer Entstehung nach festländische Talrinnen, die am Ausgang der Eiszeit von den Schmelzwässern des weichenden Eises durchströmt und später vom Meer überflutet wurden. Ihr Boden geht, mit Ausnahme der durch nehrungsartige Sände bis auf einen schmalen Durchlaß abgeriegelten Schlei, sich allmählich vertiefend in den der offenen Ostsee über, deren Bodenrelief ebenfalls infolge der kurzen Zeit der Überflutung noch den festländischen Charakter bewahrt hat und ein System von Rinnen und Bänken aufweist. Dadurch hat das salzreiche Bodenwasser Zutritt, und die für die Kieler Bucht charakteristische vertikale Salzgehaltsschichtung erstreckt sich bis ins Innere der Förden von Flensburg, Eckernförde und Kiel. Unter diesen nimmt die Kieler Förde insofern eine Sonderstellung ein, als sie durch vorgelagerte Bänke und ausgedehnte Flachs, die stellenweise bis auf weniger als 10 m unter die Oberfläche ansteigen, stärker abgeriegelt ist (Taf. 11). Ziemlich weit östlich, etwa in der Höhe von Stakendorfer Strand, findet sich ein schmaler Durchlaß von 15 m Tiefe. Nur das diese Barre überflutende Bodenwasser kann in das 17—20 m tiefe Becken vor der Kieler Förde und in diese selbst einströmen. Mit breiter Öffnung — 4 sm zwischen Bülk und Stein — steht diese mit der Ostsee in Verbindung, verengt sich in südlicher Richtung trichterförmig bis zur Enge von Friedrichsort auf 0,6 sm und erweitert sich im „Kieler Hafen“ auf eine Breite von 1 sm. An dessen Westseite liegt die Einfahrt zum Nordostseekanal, auf der Gegenseite, weiter landeinwärts, mündet ein kleiner Fluß, die Schwentine. Die Förde endet in einem schmalen Zipfel, der „Hörn“, in der sich mit knapp 24 m die tiefste Stelle der Förde, wohl ein altes Baggerloch, befindet. Die Außenförde ist von breiten Sandbänken umsäumt, in der Innenförde ist die Uferbank, soweit vorhanden, nur schmal. Der Boden ist mit schwarzem, tonigem Schlick bedeckt, der im Inneren der Förde den Charakter eines Faulschlammes hat und stark durch Ölrückstände und allerlei Abfälle verunreinigt ist, wie es die Benutzung der Förde als Wasserstraße und Hafen mit sich bringt. Außer der Schwentine münden nur unbedeutende Rinnsale in die Kieler Förde, doch ist der Abwasserzufluß, zumal während der Untersuchungszeit, recht beträchtlich, da viele Industrieanlagen und einige Stadtteile noch nicht an das zentrale Kanalisationssystem angeschlossen sind und die Gemeinden am Ostufer ebenfalls die vorgereinigten Abwässer in die Förde entlassen. Auch Schifffahrt und Hafenbetrieb bringen ein erhebliches Maß an Verschmutzung insbesondere des Wassers im inneren Teil mit sich.

Somit stellt die Kieler Förde einen kleinen Blindsack an der Südküste der Kieler Bucht dar, der mit der offenen Ostsee in breiter Kommunikation steht und mangels stärkeren Süßwasserzuflusses die Schichtungsverhältnisse dieses Teiles der Ostsee widerspiegelt. Da die Wasserscheide zwischen Nord- und Ostsee auf dem schleswig-holsteinischen Mittelrücken im allgemeinen nahe der Ostküste verläuft, ist der Süßwasserzufluß zur Ostsee sehr gering und beeinflusst den Salzgehalt nur im unmittelbaren Bereich der Mündungen der Auen und Bäche. Die kurzfristigen, oft beträchtlichen Schwankungen

des Salzgehaltes in der Kieler Förde resultieren deshalb in erster Linie aus den Änderungen der Schichtungsverhältnisse in der Kieler Bucht, die ihrerseits eine Folge des wechselnden Ein- und Ausstromes in den Belten sind. Die hierfür wichtigsten Wasserstraßen des Großen Belt und Fehmarnbeltes stoßen in der Nordostecke der Kieler Bucht rechtwinklig aufeinander, und von hier breitet sich das von Osten abströmende schwach salzige Ostseewasser und das von Norden über dem Boden einströmende starksalzige Kattegatwasser in der Kieler Bucht aus. Die dabei auftretenden Veränderungen der horizontalen und vertikalen Verteilung des Salzgehaltes werden in recht komplizierter Weise durch das Zusammenspiel der Wind- und Stromverhältnisse und der Wasserstandsschwankungen hervorgerufen und somit letzten Endes durch die Großwetterlage im nordeuropäischen Raum gesteuert. Es ist das Verdienst von H. WATTENBERG (1940), diese Zusammenhänge hinsichtlich der großräumigen Salzgehaltsänderungen an der Oberfläche im Bereich der Beltsee aufgedeckt und damit die Dynamik dieser Vorgänge geklärt zu haben. In einer nachgelassenen Arbeit (1950) legt er dar, wie die durch die Wetter- und Stromlage bedingte Verlagerung der Beltseefront sich in Änderungen des Oberflächensalzgehaltes in der Kieler Bucht auswirkt. In der Regel zeigt sich hier eine stetige Salzgehaltzunahme von Ost nach West als Folge der exzentrischen Lage der Belte und des Auftriebs von Bodenwasser infolge der vorherrschenden Westwetterlagen. Der Weg des Tiefenwassers in der Kieler Bucht wird durch die Bodenmorphologie vorgezeichnet und zudem durch die ablenkende Kraft der Erdrotation begünstigt. Eine 27—30 m tiefe, schmale Rinne führt südlich von Langeland und Aerö westwärts zu der breiten Einsenkung zwischen Aerö und Alsen und weiter zur Flensburger Förde. Zuvor wendet sich eine Abzweigung südwärts und zieht als eine sich allmählich verflachende Rinne längs der Küste zur Eckernförder Bucht. An dieses Rinnensystem, das der Flensburger Förde und der Eckernförder Bucht starksalziges Bodenwasser zuführt, hat die Kieler Förde keinen Anschluß, da eine bis 12,5 m unter die Oberfläche ansteigende Schwelle die Stollergrund-Rinne westwärts abriegelt (Taf. 11). So bildet der bereits erwähnte schmale Durchlaß querab von Stakendorfer Strand in dem von Stollergrund und Gabelsflach gekennzeichneten unterseeischen Moränenzug vor der Kieler Förde mit 15 m Wassertiefe die tiefste Einsenkung in einem auf weite Strecken etwa 13—14 m tiefen Wall, der sich nordwärts allmählich auf 20—25 m absenkt. Damit ist dem eigentlichen Bodenwasser der Zutritt zur Kieler Förde versperrt, und nur die in mittlerer Höhe in 14—15 m Tiefe befindlichen Zwischenwasserschichten können über den Riegel in die Mulde davor und damit in die Kieler Förde einströmen. Die hier gemessenen Salzgehaltswerte bleiben deshalb in der Regel erheblich hinter den bei Feuerschiff „Flensburg“ und in der Eckernförder Bucht erhaltenen zurück.

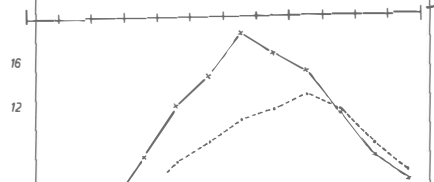
Es liegt auf der Hand, daß sich die Ausbreitung des salzreichen Tiefenwassers sehr viel schwerer verfolgen läßt als die des Oberflächenwassers. Dieses bietet eine ebene Grenzfläche dar, an der sich die Wassermassen ungehindert ausbreiten können und die der Beobachtung leichter zugänglich ist als das unruhige Bodenrelief, in dessen Rinnensystem das Vordringen des salzreichen Wassers nur gelegentlich erfaßt werden konnte (R. KÄNDLER und H. WATTENBERG 1939, R. KÄNDLER 1954). Leider sind die während der 19 Ausfahrten in den Jahren 1936—39 in der Kieler Bucht erhaltenen Serienmessungen und die danach von H. WATTENBERG gezeichneten Vertikalschnitte und Tiefenkarten in den Wirren des Krieges verloren gegangen. Wohl ist inzwischen ein umfangreiches Material an hydrographischen Daten im Laufe der Jahre wieder





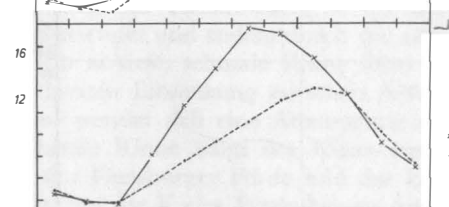
STAT. I

—x— 1m  
- - - 14m



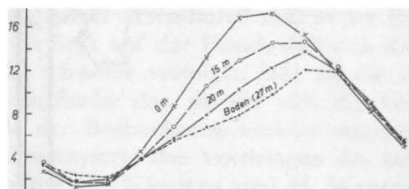
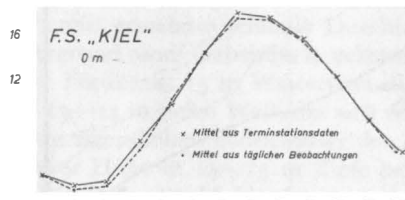
STAT. II

—x— 1m  
- - - 15m

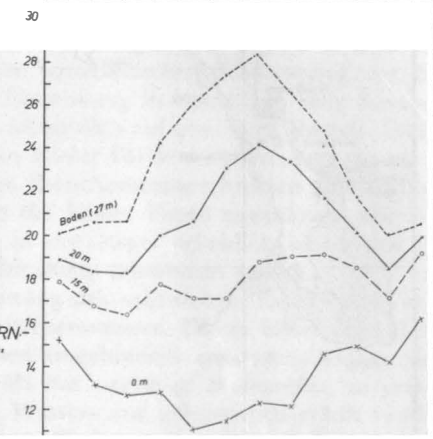
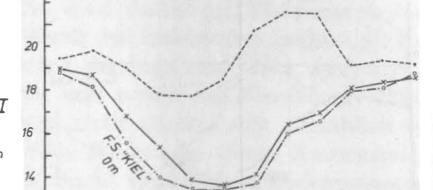
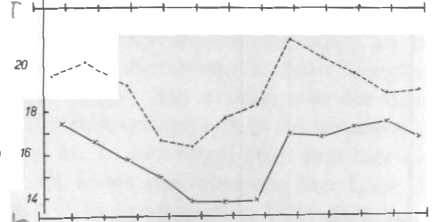
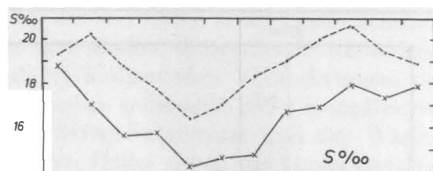


STAT. III

—x— 1m  
- - - 17m



I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII



I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

gesammelt worden, das jedoch noch der systematischen Bearbeitung harrt. Bisher wurde es nur gelegentlich bei der Bearbeitung biologischer Probleme herangezogen und diskutiert (K. BANSE 1956). Dagegen war die Salzgehaltsverteilung im Fehmarnbelt in ihrer Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage und hinsichtlich der Dynamik der Wasserbewegungen mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen (R. KÄNDLER 1950, 1951; H. WEIDEMANN 1950; K. WYRTKI 1953, 1954, 1955).

Dieser kurze Überblick lehrt, daß wir bislang nur eine recht allgemeine Vorstellung über die Vorgänge haben, die die Salzgehaltsverteilung in den tieferen Wasserschichten der Kieler Bucht bestimmen und die, wie die leichter erfaßbaren Vorgänge an der Oberfläche, letzten Endes ebenfalls meteorologisch gesteuert werden. Wenn ihre nähere Kenntnis eigentlich eine notwendige Voraussetzung für das Verständnis der Schichtungsverhältnisse in der Kieler Förde sein sollte, so können uns doch vielleicht andererseits hier regelmäßig über mehrere Jahre fortgesetzte Beobachtungen helfen, präzisere Vorstellungen über die Gesetzmäßigkeiten zu gewinnen, die diesen Vorgängen zugrunde liegen.

An hydrographischen Daten aus der Kieler Förde liegen bisher vor: Kontinuierliche Meßreihen des Salzgehaltes bei Friedrichsort in 0 und 14,6 m Tiefe in den Jahren 1870—1892 seitens der „Preußischen Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere“; sie wurden von H. WITTIG (1953) für eine Darstellung des jahreszeitlichen Ganges des Salzgehaltes ausgewertet. Im Rahmen von produktionsbiologischen Studien teilen H. WATTENBERG und H. MEYER (1936) sowie J. KREY (1942) Jahresreihen von Temperatur und Salzgehalt für 1935 in der Außenförde (0 und 15 m) und für 1939 in Außen- und Innenförde (0 m) mit.

Vom Feuerschiff „Kiel“ aus werden seit 1924 täglich Wasserproben im Auftrage der „Deutschen Seewarte“, später des „Deutschen Hydrographischen Instituts“ in Hamburg genommen, allerdings leider nur an der Oberfläche, die laufend veröffentlicht und von G. NEUMANN (1940) ausgewertet wurden. Es ist mit einer Aufgabe der mehrjährigen Beobachtungsreihen in der Kieler Förde festzustellen, wie weit die Beobachtungen beim Feuerschiff „Kiel“ für die Förde repräsentativ sind.

Wie bereits J. KREY (1959) in dem 1. Beitrag über „Langfristige Beobachtungen in der Kieler Förde“ bemerkt, ist es das Ziel dieser über 6 Jahre geführten hydrographischen Untersuchungen, nähere Aufschlüsse über den ständig wechselnden Zustand des Wassers in der Kieler Förde zu erhalten, in der die Ostsee mitten in der Universitätsstadt Kiel gegenwärtig ist und die deshalb als Exkursionsgewässer sowie als Lieferant von marinen Organismen für Unterrichtszwecke auch ein wissenschaftliches Interesse an ihrer Hydrographie sowie an ihrer Lebewelt beanspruchen darf, wenn sie auch z.T. ihres natürlichen Charakters entkleidet und durch Schifffahrt und Abwassereinleitung stark beeinträchtigt ist. Doch auch dieser Umstand schafft zusätzlich neue Probleme, die im Interesse der Gesunderhaltung unserer Küstengewässer rechtzeitig erkannt und mit wissenschaftlichen Methoden untersucht werden sollten (R. KÄNDLER 1953, 1956).

In der vorliegenden Studie werden die Beobachtungen über Temperatur und Salzgehalt an den 3 Terminstationen erörtert. Ihre Lage geht aus der Karte (Taf. 11) hervor: Stat. I im Inneren des Hafens (in der „Hörn“) mit einer mittleren Tiefe von 15 m und einer Maximaltiefe von 23 m, die jedoch erst im Verlauf der Untersuchungen aufgefunden wurde; Stat. II, 16 m Wassertiefe, in Landnähe vor Möltenort in der Friedrichs-

---

#### Legende zu der nebenstehenden Tafel 12

Mittlerer Jahresgang von Temperatur und Salzgehalt bei den Terminstationen I—III in der Kieler Förde (1952—57) und bei den Feuerschiffen „Kiel“ und „Fehmarnbelt“ (1952—56).

orter Landenge gelegen und damit praktisch identisch mit der Beobachtungsstation der „Preußischen Kommission“; Stat. III in der Außenförde bei der Fahrwassertonne A, ca. 2 sm von Land entfernt, mit 18 m Wassertiefe. Die Entfernung zwischen den Stationen betragen 4 bzw. 5 sm. Die Wasserproben wurden in 1 m, 5 m, 10 m und 1 m über dem Boden entnommen, d. h. in 14 m, 15 m bzw. 17 m Tiefe (die gelegentlich am Boden des Baggerloches gemessenen Werte sind von untergeordneter Bedeutung). Die Häufigkeit der Probenentnahme — bis Ende 1953 zweimal im Monat, seitdem meist nur einmal — geht aus den Diagrammen (Taf. 14 u. 15) hervor. Werftfliegezeiten und Abwesenheit des Forschungskutters verursachten größere Lücken in den Beobachtungsreihen. Die Salzgehaltsbestimmungen wurden mit dem Eintauchrefraktometer von C. Zeiß vorgenommen.

Nachdem die Beobachtungen 6 Jahre lang durchgeführt worden waren, wurden sie Ende 1957 eingestellt in der Erwartung, daß diese Zeitspanne genüge, um einen Überblick über die Verhältnisse zu gewinnen und Folgerungen für die Durchführung weiterer Untersuchungen zu ziehen. Es muß vorausgeschickt werden, daß die bisherige Planung es zumeist unmöglich machte, extreme Wetterlagen und Wasserstände zu erfassen. Die Mehrzahl der Aufnahmen fand bei Mittellagen statt. Im Verlauf der Jahre ist jedoch ein so umfangreiches Material angefallen — insgesamt 80 Aufnahmen —, daß die jahreszeitlichen Unterschiede und die verschiedenen Schichtungstypen klar hervortreten und damit neue Einblicke in den wechselnden Zustand des Wassers in der Kieler Förde erhalten werden. Die folgenden Ausführungen beschränken sich im wesentlichen auf eine Darlegung der Jahresgänge von Temperatur und Salzgehalt in 1 m Tiefe und Bodennähe an den 3 Stationen, insbesondere an Stat. I und III. Die kausalen Zusammenhänge mit den Vorgängen in der offenen See und in den Belten sowie mit den sie steuernden meteorologischen Vorgängen können hier nur gestreift werden, so verlockend dies auch zuerst erschien. Dies hätte einen erheblichen Arbeitsaufwand erfordert, der sich bei den in langfristigen Abständen gewonnenen Beobachtungen wahrscheinlich nicht lohnen würde, da die Veränderungen in den Schichtungsverhältnissen oft kurzfristig erfolgen und sich solcherart die Genese eines angetroffenen Zustandes nicht erfassen läßt. Dies sollte deshalb künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, die sich nicht auf die Kieler Förde beschränken, sondern den Raum bis zu den Belten erfassen sollten.

### Mittlerer Jahresgang des Salzgehaltes 1952—57

Oberfläche. Der Salzgehalt in 1 m Tiefe, der als repräsentativ für die oberste Wasserschicht genommen sei, folgt, wie zu erwarten, den seit langem bekannten Gesetzmäßigkeiten, den bereits die Terminstationen der „Preußischen Kommission“ und die Beobachtungen auf den Feuerschiffen in der Kieler Bucht aufgezeigt haben: Höchstwerte im Winter (Dezember—Januar), allmähliche Abnahme bis zum Tiefstand im Frühjahr (Mai—Juni), steiler Wiederanstieg zum Herbst (Oktober), weitere langsame Zunahme bis zum Jahresende (Taf. 12). Dieser Jahresgang spiegelt den im Frühjahr infolge der abschmelzenden Schneemassen Skandinaviens verstärkten Ausstrom von Ostseewasser und den gegenteiligen Vorgang im Winter durch Fixierung der festländischen Niederschläge im Einzugsgebiet der Ostsee als Schnee wider. Während der Salzgehalt im 6-Jahresmittel geringfügige Unterschiede an den Fördestationen aufweist (Tabelle 14), die wohl auf den Zufluß des Schwentinewassers zurückzuführen sind, nimmt die Jahresamplitude der mittleren Monatswerte merklich ab von 5,3‰ bei Stat. III auf 4,6‰ bei Stat. I. Dieser Effekt wird noch deutlicher, wenn wir die aus den gleichen Tagesbeobachtungen ermittelten Werte für das Feuerschiff „Kiel“ zum Vergleich heranziehen. Für dessen rd. 2½ sm von Stat. III entfernten Liegeplatz ergibt sich ein mittlerer Oberflächen-

salzgehalt von  $16,3\text{‰}$  und eine Jahresamplitude von  $5,6\text{‰}$ . Aufquellerscheinungen von salzreicherem Tiefenwasser sind in den Monaten April bis Juni besonders häufig, wie die Mittelwerte für diese Zeitspanne zeigen: Feuerschiff „Kiel“  $13,6\text{‰}$ , Stat. III  $14,2\text{‰}$ , Stat. I  $14,8\text{‰}$ , mithin eine Zunahme um  $1,2\text{‰}$  auf 12 sm. In den Wintermonaten nimmt dagegen der Oberflächensalzgehalt fördeeinwärts ab, worin sich vielleicht eine Anstauung des Schwentinewassers zu erkennen gibt. Von diesen zwar wesentlichen, aber doch relativ geringfügigen Unterschieden abgesehen, ist der mittlere Jahresgang des Salzgehaltes an der Oberfläche im ganzen Bereich der Kieler Förde und im Seebereich davor gleichartig. Ein Vergleich mit der entsprechenden Jahreskurve für Feuerschiff „Fehmarnbelt“ lehrt, daß die Vorgänge in den Belten bestimmend sind. Hier sind jedoch sowohl die Jahresamplitude der Monatsmittel als auch das Jahresmittel merklich geringer ( $5,1$  bzw.  $13,4\text{‰}$ ) und die Zeitdauer niedriger mittlerer Monats Salzgehalte ( $< 15\text{‰}$ ) deutlich länger als im Bereich des Feuerschiffes „Kiel“.

Boden. Der Jahresgang des Salzgehaltes im Bodenwasser zeigt gewisse Parallelen, jedoch auch wesentliche Abweichungen zum Gang an der Oberfläche. Das Minimum liegt bei allen Fördestationen übereinstimmend im Mai, das Hauptmaximum verschiebt sich von August/September bei Stat. III nach Oktober bei Stat. I, während ein niedrigeres 2. Maximum auf den Februar fällt, das jedoch nur bei den Stationen I und II in der Innenförde stärker ausgeprägt ist. Das vorübergehende Absinken des Bodensalzgehaltes im November bis Januar mag an Zufälligkeiten des nur 6 Jahre umfassenden Beobachtungszeitraumes liegen. In den ersten Monaten des Jahres fällt auch der Salzgehalt in der Tiefe, parallel dem an der Oberfläche, bis zur Wende im Juni. Der nun folgende Anstieg führt bereits im August, sehr viel früher als in der Oberschicht, zum Höchststand. Im Innern der Förde (Stat. I) verlaufen die Salzgehalte an der Oberfläche und über dem Boden annähernd parallel, in der Außenförde (Stat. III) ist eine deutliche Phasenverschiebung zu erkennen. Der Salzgehaltsanstieg erfolgt hier in der Tiefe einen Monat früher als an der Oberfläche, und das Maximum ist bereits im August erreicht. Ab Oktober fällt der Salzgehalt wieder und verläuft in den folgenden Monaten nahezu parallel zu dem an der Oberfläche. Die Verhältnisse werden klarer, wenn man den Salzgehaltsunterschied zwischen Oberfläche und Boden betrachtet (Tab. 11). Er schwankt im Innern der Förde meist um  $2-4\text{‰}$ ; das Maximum erreicht er hier im Juli, das Minimum im Januar ( $0,6\text{‰}$ ). Anders bei Stat. III im Bereich der offenen See: Hier nimmt die Differenz vom Minimum im Januar ( $0,4\text{‰}$ ) ständig zu bis zum Maximum im Juli ( $6,6\text{‰}$ ), um dann wieder kleiner zu werden und ab Oktober sehr niedrige Werte anzunehmen ( $\text{um } 1\text{‰}$ ). In dieser Zu- und Abnahme kommt eine jahreszeitlich bedingte Änderung der Schichtungsverhältnisse in der Kieler Förde zum Ausdruck, die am anschaulichsten aus den Isoplethendarstellungen des mittleren Jahrganges hervorgeht (Taf. 13).

Leider werden bei Feuerschiff „Kiel“ keine Tiefenbeobachtungen durchgeführt; sicherlich verläuft der mittlere Jahresgang des Salzgehaltes über dem Boden hier ähnlich wie bei der benachbarten Stat. III. Wesentlich anders gestalten sich die Jahreskurven in den Belten, für die als Beispiel die Beobachtungen beim Feuerschiff „Fehmarnbelt“ im gleichen Zeitraum angeführt sind. Auf Taf. 12 sind für 1950—56 die Jahresgänge der Monatsmittel außer für 0 m noch für Tiefen von 15 m, 20 m und 27 m (Boden) verzeichnet. Hier erreicht der Salzgehalt in der Tiefenschicht (20—27 m) bereits im Juli sein Maximum und sinkt dann wieder stetig ab. In der Zwischenschicht (15 m) steigt er dagegen

#### Legende zu der nebenstehenden Tafel 13

Isoplethendiagramme von Salzgehalt und Temperatur bei den Terminstationen I und III im Mittel der Jahre 1952—57.

Tabelle 1

Monatsmittel des Salzgehaltes (‰) in der Kieler Förde und bei F.S.

Station	Tiefe m	I	II	III	IV	V	VI
I		18,7	17,0	15,6	15,8	14,2	14,6
	1	(15,2—25,1)	(14,6—22,0)	(14,1—17,7)	(14,7—16,5)	(12,5—16,4)	(12,3—18,5)
	14	19,3 (16,2—25,3)	20,2 (18,2—24,7)	18,8 (18,0—20,6)	17,5 (15,8—19,3)	16,4 (15,2—20,4)	17,0 (14,9—19,3)
Differenz 1—14		—0,6	—3,2	—3,2	—1,7	—2,2	—2,4
II	1	17,5	16,7	15,9	15,1	14,0	14,0
		(14,3—23,5)	(14,8—18,8)	(14,5—17,2)	(14,2—15,6)	(12,8—15,1)	(11,9—16,5)
	15	19,5 (16,7—25,0)	20,1 (17,9—24,7)	19,2 (18,0—21,2)	16,7 (16,1—17,4)	16,4 (15,3—18,1)	17,8 (16,7—20,3)
Differenz 1—15		—2,0	—3,4	—3,3	—1,7	—2,4	—3,8
III	1	19,0	18,7	16,8	15,3	13,9	13,6
		(15,4—25,2)	(17,1—20,5)	(15,3—17,7)	(14,4—16,0)	(12,4—15,4)	(11,4—16,4)
	17	19,4 (16,3—25,3)	19,8 (17,3—24,9)	19,0 (17,5—22,2)	17,8 (16,1—19,4)	17,7 (15,6—22,7)	18,5 (17,1—20,4)
Differenz 1—17		—0,4	—1,1	—2,2	—2,4	—3,9	—4,9
F. S. „Kiel“	0*)	19,2	18,1	16,2	15,0	13,9	13,6
		(14,3—25,3)	(14,8—23,8)	(9,6—20,4)	(12,6—17,3)	(9,9—17,4)	(9,6—16,9)
	0**)	18,8 (15,5—24,5)	18,2 (17,4—19,3)	15,7 (14,9—17,7)	14,0 (13,7—16,4)	13,5 (12,2—15,5)	13,4 (11,8—14,8)

von Juli bis September noch etwas an und fällt erst im Oktober wieder ab, ähnlich wie bei Stat. III in 17 m Tiefe, wo allerdings die Extremwerte der Monatsmittel selbst noch in 15 m Tiefe erheblich höher sind (17—21 ‰) als im gleichen Niveau bei Feuerschiff „Fehmarnbelt“ (16,4—19,1 ‰). Auch hierin dokumentiert sich das Anheben der Salzgehaltshorizonte westwärts des Beltes in der Kieler Bucht infolge Auftriebserscheinungen.

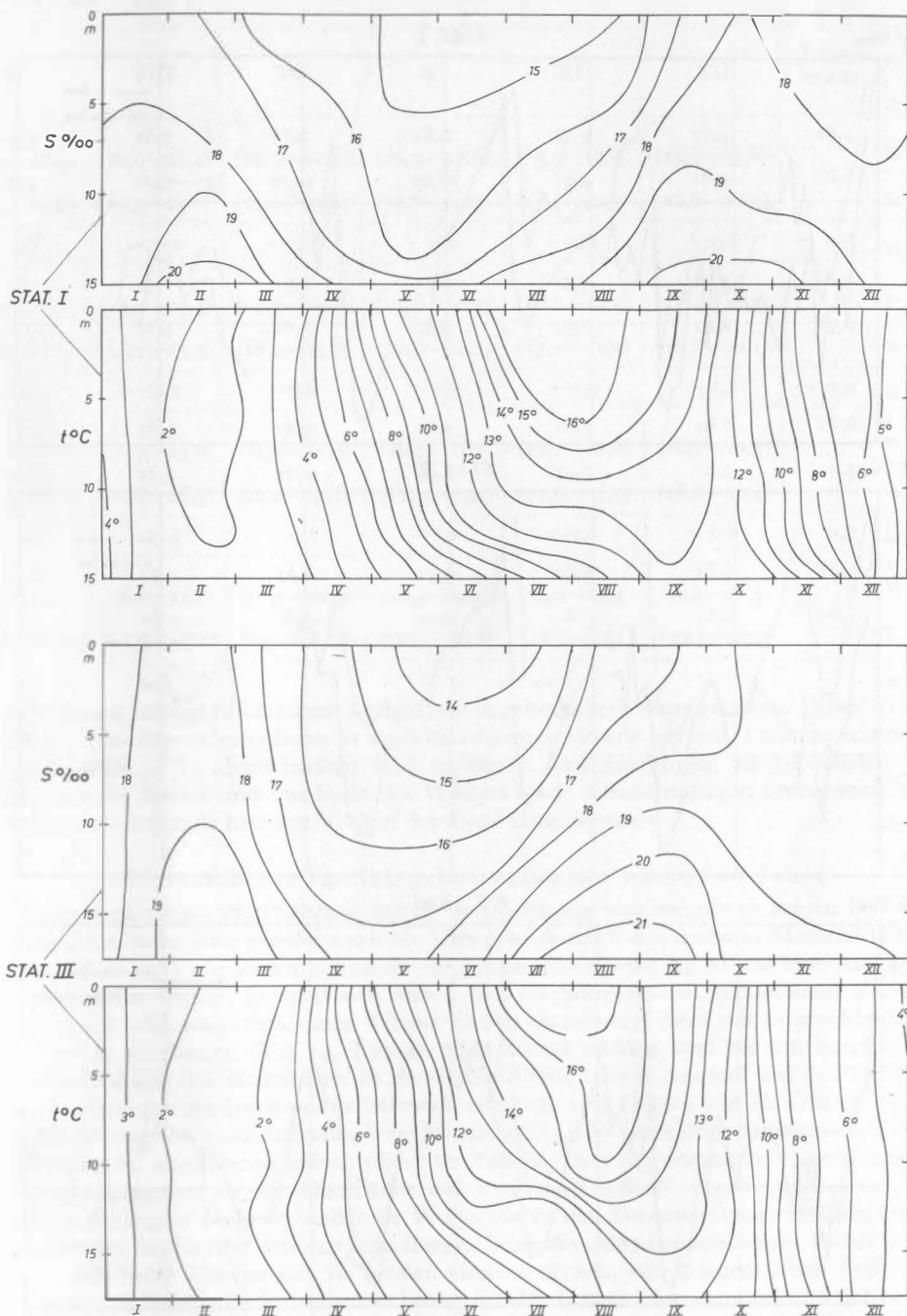
### Jahreszeitliche Veränderungen in der Salzgehaltsschichtung

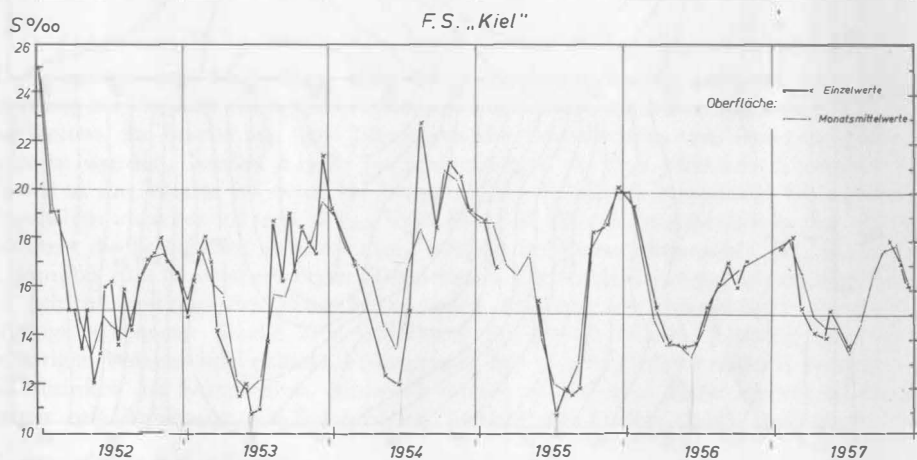
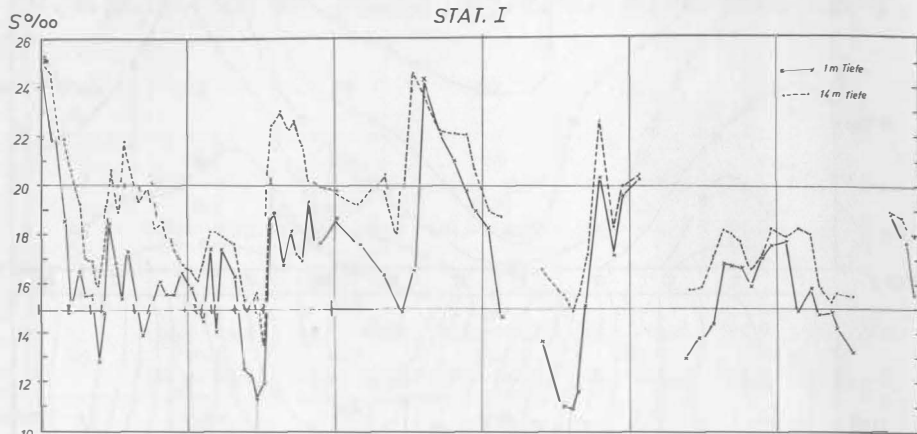
Die einprägsamste Vorstellung über die Veränderungen der mittleren Salzgehaltsschichtung im Verlaufe eines Jahres erhält man durch ein Isoplethendiagramm (Taf. 13). Einzelheiten, die bereits aus dem Jahresgang des Oberflächen- und Bodensalzgehaltes abgelesen wurden, werden hierbei noch sinnfälliger. In den Monaten November bis Februar ist das Wasser bei Stat. III bis zum Grunde nahezu homohalin bei mittleren Salzgehalten zwischen 18 und 20 ‰. Vom März ab fällt er, namentlich in den oberen Schichten, die Schichtung nimmt zu und erreicht im August/September ihr Maximum, um dann bis zum November wieder abzunehmen. Die Veränderungen hinsichtlich Höhe und Schichtungstypus des Salzgehaltes lassen deutlich vier jahreszeitlich gebundene Vorgänge erkennen: Starke Durchmischung im Herbst/Winter, Vorstoß schwächer salzhaltigen Wassers im Frühjahr/Frühsummer mit zunehmender vertikaler Schichtung und Absinken des Salzgehaltes, Einbruch stärker salzhaltigen Tiefenwassers im Hochsummer mit Anhebung des Salzgehaltes, beendet im Herbst durch Aufhebung der

\*) aus täglichen Beobachtungen.

\*\*) aus Einzelwerten an den Tagen der Terminfahrten.







VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahres- mittel	Jahres- schwan- kung
14,7 (11,0—18,5) 18,3 (13,5—24,6)	16,7 ✕ (10,9—24,4) 19,0 (15,3—22,6)	17,0 (14,0—22,1) 20,0 (17,2—23,1)	18,0 (16,7—21,0) 20,6 (17,7—22,7)	17,3 (15,5—19,8) 19,4 (17,1—21,3)	17,4 (15,5—19,6) 18,9 (16,8—20,5)	16,4 18,7	4,6 4,2
—3,6	—2,3	—3,1	—2,7	—2,1	—1,5	— 2,3	
14,1 (11,2—16,7) 18,3 (14,9—21,3)	17,1 (11,4—24,4) 21,4 (16,7—25,9)	17,0 (14,3—19,2) 20,5 (18,2—23,8)	17,4 (15,8—20,2) 19,9 (16,6—22,2)	17,7 (16,2—20,4) 19,0 (17,1—21,3)	17,1 (15,4—18,5) 19,2 (16,8—20,1)	16,1 19,0	3,7 5,0
—4,3	—4,3	—3,6	—2,8	—1,3	—2,1	— 2,9	
14,1 (11,0—16,7) 20,7 (17,0—26,7)	16,4 (11,7—23,8) 21,5 (16,8—26,5)	16,9 (12,5—17,5) 21,5 (19,0—23,8)	18,1 (16,4—21,3) 19,2 (17,4—23,2)	18,3 (17,1—20,6) 19,3 (17,6—22,5)	18,6 (16,7—20,3) 19,2 (16,8—20,4)	16,6 19,4	5,3 3,9
—6,6	—5,2	—4,6	—1,1	—1,0	—0,6	— 2,7	
13,8 (10,0—20,0) 13,7 (12,2—16,9)	15,1 (8,8—22,8) 16,0 (11,9—16,0)	15,8 (10,7—20,9) 16,6 (13,0—17,3)	17,9 (10,5—20,6) 17,9 (16,9—20,8)	18,4 (15,2—21,4) 18,1 (17,7—20,5)	18,3 (10,2—21,5) 18,8 (16,3—20,0)	16,3 16,2	5,6 5,4

Schichtung infolge Eindringens weitgehend durchmischter Wassermassen. Dieser Wechsel der Schichtungsverhältnisse ist auch im Innern der Förde bei Stat. I klar zu erkennen, wenn auch z. T. abgeschwächt und verzögert. Das Eindringen stärker salzhaltigen Wassers im Herbst und am Ende des Winters sowie schwachsalzigen Ostseewassers im Frühjahr wird auch hier am Verlauf der Isoplethen deutlich.

#### Unterschiede im Salzgehaltsgang der einzelnen Jahre

Von dem 1952—57 erhaltenen mittleren Jahresgang weichen die einzelnen Beobachtungsjahre mehr oder minder stark ab. Dies geht deutlich aus unserem Material hervor, obwohl bis 1953 nur zweimal und ab 1954 sogar nur einmal im Monat eine Aufnahme durchgeführt wurde. Es zeigt sich dabei, daß die jahreszeitlich gebundenen Vorstöße von stark- und schwachsalzigem Wasser in den einzelnen Jahren mit unterschiedlicher Intensität stattfanden (Taf. 14, Tab. 3). Man könnte meinen, daß bei den kurzfristigen Schwankungen des Salzgehaltes in der Kieler Förde, deren Ausmaß aus den täglichen Beobachtungen des Instituts für Meereskunde (vgl. den Beitrag von H. OHL in diesem Heft) hervorgeht, 1—2 Aufnahmen im Monat wenig oder gar keinen Aussagewert haben. Daß dies im allgemeinen jedoch nicht der Fall ist, zeigt die graphische Darstellung des Salzgehaltsganges an der Oberfläche bei Feuerschiff „Kiel“ 1952—57 (Taf. 14). Die dick ausgezogene Linie verbindet die Werte, die an den Terminen unserer Förde-Untersuchungen beobachtet wurden, die dünne Linie die Monatsmittelwerte. Dabei ergibt sich, daß beide Kurven sich im großen Ganzen decken, von gelegentlichen Fällen abgesehen, in denen die Einzelbeobachtung erheblich vom Monatsmittel abweicht. Dies betrifft aber meist nur die Höhe des Salzgehaltes, während die steigende oder fallende Tendenz in der Regel richtig wiedergegeben wird. Der parallele Gang des Oberflächen-

Tabelle 2

Monatsmittel der Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) in der Kieler Förde und bei F.S.

Station	Tiefe	I	II	III	IV	V	VI
I	I	2,7 (1,8—5,6)	1,9 (0,5—3,1)	2,3 (0,3—4,2)	6,5 (3,3—8,1)	10,9 (8,6—13,4)	13,3 (9,1—16,0)
	14	2,9 (1,6—5,6)	2,4 (0,9—3,5)	2,3 (0,0—3,4)	4,0 (3,0—5,1)	6,0 (3,2—8,6)	8,6 (7,2—10,3)
Differenz 1—14		—0,2	—0,5	0,0	2,5	4,9	4,6
II	I	2,6 (0,6—4,8)	2,2 (0,2—3,4)	3,0 (0,6—3,9)	7,0 (4,0—9,6)	11,7 (10,0—13,4)	14,4 (11,1—17,6)
	15	2,9 (1,2—4,9)	2,2 (0,7—3,1)	1,7 (—0,1—3,4)	3,8 (2,2—7,2)	6,6 (3,9—8,0)	8,4 (7,6—10,2)
Differenz 1—15		—0,3	0,0	1,2	3,2	5,1	6,0
III	I	2,3 (1,2—4,7)	1,9 (—0,3—2,9)	1,7 (—0,3—2,7)	6,1 (3,1—8,3)	10,7 (9,8—11,6)	14,0 (10,2—17,2)
	17	2,5 (1,4—4,7)	1,8 (0,5—3,1)	1,8 (—0,3—3,1)	3,5 (2,2—5,2)	5,5 (3,3—7,8)	7,3 (5,5—8,2)
Differenz 1—17		—0,3	0,1	—0,1	2,6	5,2	6,7
F. S. „Kiel“	0*)	2,7 (0,4—5,2)	1,1 (—1,1—2,7)	1,5 (—0,8—4,0)	4,8 (1,2—8,8)	9,5 (6,2—14,7)	13,8 (9,3—18,0)
	0**)	2,5 (1,2—4,8)	1,6 (—0,5—3,0)	1,9 (—0,5—3,0)	5,8 (3,4—7,2)	9,0 (8,6—11,7)	13,7 (9,3—14,6)

salzgehalten an den 3 Stationen in der Kieler Förde und bei dem nur wenige sm entfernten Feuerschiff ist augenscheinlich, wenn im einzelnen auch Abweichungen auftreten, die auf eine Schrägstellung der Isohalinen infolge Auftriebs oder Staus hindeuten. Das gleiche gilt auch für den Salzgehalt über dem Boden, wobei die unterschiedliche Wassertiefe (17 m bei Stat. III, 14 m bei Stat. I) in Rechnung zu stellen ist. Zur Charakterisierung der Beobachtungsjahre sei im einzelnen kurz folgendes bemerkt:

1952. Die Jahreswende bringt einen Einbruch hochsalzigen Kattogatwassers, der im letzten Drittel des Dezember den Salzgehalt auf  $24\text{‰}$  steigen läßt. Am 10. Januar werden im ganzen Beobachtungsbereich von der Oberfläche bis zum Boden  $> 25\text{‰}$  gemessen, eine wohl einzigartige Erscheinung in der Kieler Förde als Folge eines langanhaltenden, ungewöhnlich starken Einstromes von Kattogatwasser durch den Großen Belt Anfang Dezember 1951 als Auswirkung reger Wirbelätigkeit über dem skandinavischen Raum mit schweren Weststürmen (K. WYRTKI 1954). In der Folgezeit sinkt der Salzgehalt rasch ab und erreicht im Mai Minimalwerte ( $12\text{—}13\text{‰}$  an der Oberfläche,  $16\text{‰}$  am Boden bei Stat. I). Bei zunehmendem vertikalen Salzgehaltsunterschied werden erneut Maximalwerte erreicht in der Tiefe im August ( $22\text{—}23\text{‰}$ ) und an der Oberfläche im November ( $18\text{‰}$ ). Dabei weicht der Salzgehalt an der Oberfläche bei Stat. I wesentlich von dem bei Stat. III und Kiel-Feuerschiff ab. Die im September—November um  $2\text{‰}$  niedrigeren Werte deuten auf Anstau schwachsalzigen Wassers im Innern der Förde.

1953. Das Jahr beginnt mit sehr niedrigen Salzgehalten ( $15\text{—}16\text{‰}$  an der Oberfläche,  $16\text{—}17\text{‰}$  in der Tiefe). Nach vorübergehendem Anstieg werden im Juni Minimalwerte gemessen (Oberfläche  $11\text{‰}$ , Tiefe  $14\text{—}15\text{‰}$ ). Es folgen im Juli—August

VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahres- mittel	Jahres- Schwan- kung
17,6 (12,5—22,3) 10,4 (8,2—14,6)	16,5 (10,4—22,0) 11,3 (10,2—12,0)	15,1 (13,1—15,8) 13,2 (11,7—14,1)	11,9 (9,2—14,4) 12,3 (11,2—13,9)	7,5 (4,8—10,9) 9,5 (7,0—12,0)	5,4 (3,4—8,7) 6,0 (3,8—9,5)	9,3 7,4	15,7 10,9
7,2	5,2	1,8	—0,4	—2,0	—0,6	1,9	
18,4 (15,6—21,5) 10,4 (8,0—13,1)	16,5 (12,6—20,3) 11,3 (9,8—14,3)	14,8 (13,0—16,3) 12,7 (11,2—14,2)	10,8 (8,5—12,3) 11,2 (8,3—12,9)	7,0 (5,0—10,4) 8,1 (5,6—11,9)	4,9 (2,8—7,6) 5,6 (3,1—9,6)	9,5 7,1	16,2 10,9
8,0	5,2	2,1	—0,4	—1,1	—0,7	2,4	
17,6 (15,6—19,8) 9,1 (8,7—9,9)	17,2 (15,6—21,1) 11,2 (9,3—14,5)	15,0 (13,0—17,3) 12,2 (10,5—14,3)	11,7 (8,7—14,1) 11,6 (9,5—13,8)	7,3 (5,1—10,1) 8,1 (6,2—11,5)	5,0 (3,2—7,8) 5,3 (3,1—9,3)	9,2 6,7	15,9 10,4
8,5	6,0	2,8	0,1	—0,8	—0,3	2,5	
16,9 (12,5—21,2) 17,4 (15,6—19,1)	16,7 (13,7—21,3) 17,0 (13,7—20,4)	14,9 (11,7—21,1) 15,0 (13,1—17,9)	11,7 (8,7—15,5) 11,6 (9,5—14,5)	8,3 (4,0—11,3) 7,6 (5,8—10,0)	4,9 (1,6—8,3) 4,7 (3,0—6,5)	8,9 9,0	15,8 15,2

bei starker Schichtung ein rascher Anstieg zu Höchstwerten in der Tiefe (23—25‰) und bis Jahresende eine allmähliche Zunahme des Salzgehaltes an der Oberfläche auf 19—20‰. Der Zufall der Einzelbeobachtungen täuscht hier einen rascheren Anstieg vor, als die Monatsmittel bei Feuerschiff „Kiel“ nachweisen.

1954. Die soeben erwähnte Feststellung gilt auch für den Gang des Salzgehaltes von April bis August dieses Jahres. Häufige Westwetterlagen im Sommer haben bereits im August kurzfristig erstaunlich hohe Werte (23—24‰) und im letzten Jahresdrittel nahezu Homohalinität zur Folge.

1955. Für dieses und die folgenden Jahre zeigen die beiden für Feuerschiff „Kiel“ gezeichneten Kurven eine recht gute Übereinstimmung, so daß die Einzelbeobachtungen als hinreichend repräsentativ angesehen werden dürfen. Die durch längere Werftliegezeiten und Abwesenheit des Schiffes verursachten Lücken in den Beobachtungsreihen werden bis zu einem gewissen Grade durch die Beobachtungen des Feuerschiffes ausgeglichen. 1955 bringt einen warmen, relativ windschwachen Sommer. Infolgedessen bleibt eine ausgeprägte Schichtung bis zum Oktober bestehen, und die Herrschaft des Ostseewassers hält bis September an (11—12‰ an der Oberfläche). In der Tiefe erreicht der Salzgehalt ungewöhnlich spät, erst im Juli/August sein Minimum (15—16‰), und das Maximum tritt ebenfalls verspätet, erst im Oktober ein (21—22‰).

1956. Zu Beginn des Jahres herrscht Homohalinität um 20‰, dann sinkt der Salzgehalt rasch ab auf Minimalwerte (13—14 bzw. 16—17‰) in Mai/Juni. Infolge reger Wirbeltätigkeit im Sommer und Herbst bleibt der Unterschied zwischen Oberfläche und Boden im allgemeinen gering, die Salzgehalte liegen im letzten Drittel des Jahres relativ niedrig (um 16—18‰).

1957. Dieses Jahr zeichnet sich durch einen verhältnismäßig flachen Gang des Salzgehaltes aus, die Beobachtungswerte bewegen sich meist zwischen 14 und 18‰ und

liegen am Jahresende bei  $16^{\circ}/_{00}$ . Die vertikale Salzgehaltisdifferenz bleibt bei vorherrschenden Westwetterlagen gering. Allerdings klappt in den Beobachtungsreihen aus der Kieler Förde von Anfang Juli bis Ende Oktober eine große Lücke.

Dieser kurze Überblick über 6 Jahre lehrt, daß die graphischen Darstellungen der mittleren Salzgehaltsverhältnisse in der Kieler Förde nicht etwa nur ein abstraktes Mittelbild über im Verlauf des Jahres wechselnde und sehr unterschiedliche Zustände wiedergeben, sondern die wesentlichen Züge der periodisch im Gang der Jahreszeiten ablaufenden Zustandsänderungen aufzeigen.

#### Mittlerer Jahresgang der Wassertemperatur 1952—57

Der Temperaturgang an den drei Fördestationen, dargestellt an den Monatsmittelwerten für Oberfläche (1 m) und Boden (1 m über dem Grund) bietet keine Besonderheiten und stimmt mit den Kurven, die aus den Beobachtungen bei den Feuerschiffen „Kiel“ und „Fehmarnbelt“ in den Jahren 1952—57 erhalten werden, gut überein (Taf. 12). Die niedrigsten Werte (um  $2^{\circ}$ ) treten im Februar/März, die höchsten an der Oberfläche im Juli ( $17-18^{\circ}$ ) und am Boden im September ( $12-13^{\circ}$ ) ein. Die Verschiebung des Eintritts des Temperaturmaximums mit zunehmender Tiefe vom Sommer auf den Herbst wird bei den Temperaturkurven für die verschiedenen Tiefenhorizonte bei Feuerschiff „Fehmarnbelt“ deutlich. Es ist bemerkenswert, daß der mittlere Jahresgang in 17 m Tiefe bei Stat. III vor der Kieler Förde nicht dem in 15—20 m Tiefe beim Feuerschiff, sondern dem über dem Boden in 27 m Tiefe entspricht, obwohl doch jeweils sehr verschiedene Wasserarten vorliegen, wie die unterschiedlichen Salzgehalte dartun. Mit zunehmender Landnähe steigen die mittleren Monatstemperaturen an der Oberfläche in der Förde leicht an, wie aus der Tabelle 2 zu ersehen ist.

#### Jahreszeitliche Veränderungen in der Temperaturschichtung

Eine klare Vorstellung von den Veränderungen der Temperaturverhältnisse in der gesamten Wasserschicht und der Ausbildung der charakteristischen sommerlichen Temperaturschichtung geben die beiden Isoplethendiagramme für Stat. I und III (Taf. 13). Man sieht, wie die weitgehende Homothermie im Herbst und Winter mit Beginn des Frühjahres allmählich von einer zunehmenden Schichtung abgelöst wird. Sie erreicht im Juli/August ihren Höhepunkt und geht Ende September ziemlich unvermittelt wieder in Homothermie über. Die Verzögerung des Eintritts des Temperaturmaximums in der Tiefe von Juli auf September wird hierbei deutlich, sie betrifft nur die Wasserschichten in mehr als 13 m Tiefe.

#### Unterschiede im Temperaturgang der einzelnen Jahre

Die einzelnen Beobachtungsjahre weichen auch hinsichtlich des Temperaturganges z. T. erheblich voneinander ab, da der allgemeine Witterungsverlauf hierauf von Einfluß ist. Um diesen zu kennzeichnen, sind in Taf. 15 die Lufttemperaturen in Kiel (nach

---

#### Legende zu der nebenstehenden Tafel 14

Gang des Salzgehaltes bei den Terminstationen I und III und bei Feuerschiff „Kiel“ in den Jahren 1952—57.

\*) aus täglichen Beobachtungen.

\*\*) aus Einzelwerten an den Tagen der Terminfahrten.

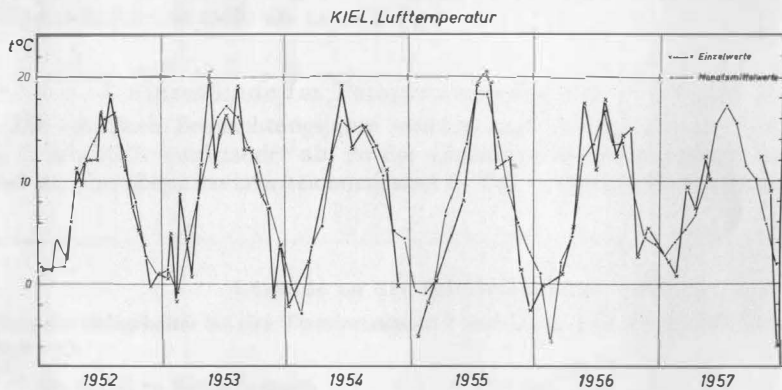
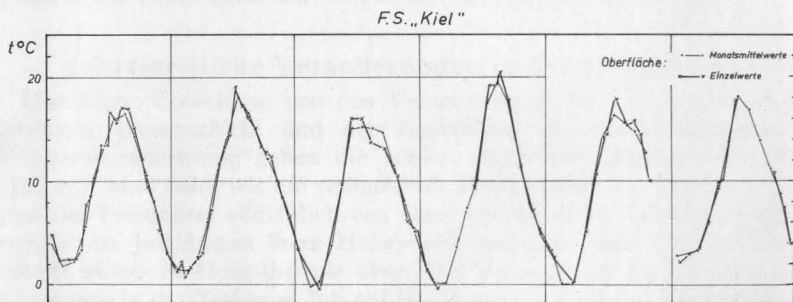
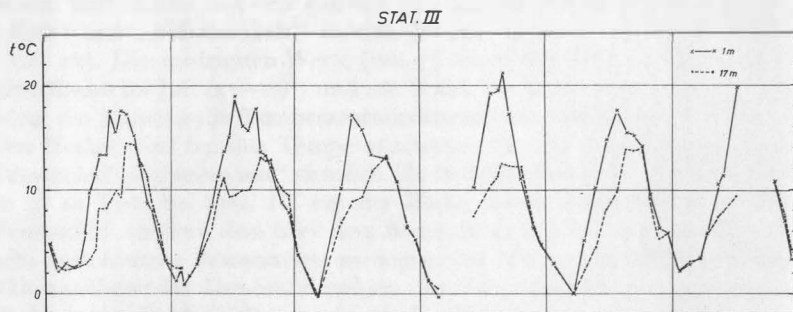
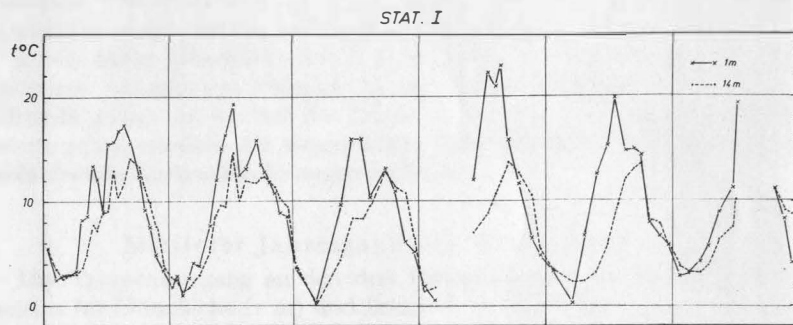


Tabelle 3

Quartals- und Jahresmittel des Salzgehaltes und der Temperatur bei Feuerschiff „Kiel“ (0 m) für die Jahre 1952—57.

	Jan.—März	April—Juni	Juli—Sept.	Okt.—Dez.	Jahresmittel
a) Salzgehalt ‰					
1952 . . . . .	20,50	14,20	14,84	17,12	16,64
1953 . . . . .	16,38	13,21	14,50	18,08	15,53
1954 . . . . .	17,75	14,78	17,53	20,12	17,50
1955 . . . . .	16,85	14,64	12,33	18,74	15,64
1956 . . . . .	17,51	13,56	15,63	—	—
1957 . . . . .	17,53	14,65	14,89	17,28	16,09
Mittel . . . . .	17,75	14,17	14,95	18,27	16,28
b) Temperatur °C					
1952 . . . . .	2,6	9,8	15,6	6,9	8,7
1953 . . . . .	1,8	10,4	16,2	9,4	9,5
1954 . . . . .	1,0	9,4	15,0	8,2	8,4
1955 . . . . .	0,8	7,7	18,2	8,5	8,8
1956 . . . . .	1,4	9,1	15,6	—	—
1957 . . . . .	3,0	9,8	16,4	8,2	9,3
Mittel . . . . .	1,77	9,37	16,17	8,24	8,94

den Beobachtungen des Meteorologischen Amtes) für die Jahre 1952—57 dargestellt, und zwar sowohl die Monatsmittelwerte (dünne Linie) als auch die mittleren Temperaturen der betreffenden Tage, an denen die Terminfahrten stattfanden (dicke Linie). Wie nicht anders zu erwarten, treten hierbei recht erhebliche Abweichungen auf, die Einzelbeobachtungen liegen oft weit außerhalb des ziemlich regelmäßigen Ganges der mittleren Monatstemperatur. Die Wassertemperatur folgt jedoch nur zögernd der Lufttemperatur, und deshalb ist der Temperaturgang des Wassers sehr viel ausgeglichener, selbst wenn man nur 1—2 Beobachtungen im Monat zugrunde legt. Das zeigt der Verlauf der Oberflächentemperatur bei Feuerschiff „Kiel“, für das der Temperaturgang nach den Monatsmitteln (dünne Linie) und nach den Einzelbeobachtungen der Termini- daten (dicke Linie) eingetragen ist. Die Übereinstimmung ist recht gut, so daß die Einzelbeobachtungen im allgemeinen als hinreichend repräsentativ für den Gang der Wassertemperatur an den drei Terminstationen angesehen werden können. Wie bei der räumlichen Nähe der Stat. III und des Feuerschiffs zu erwarten ist, verlaufen die Jahreskurven für die Oberfläche bei beiden praktisch parallel. Einige größere Abweichungen lassen sich unschwer aus extremen Lufttemperaturen am Beobachtungstage erklären, die sich bei der landnahen Stat. III stärker auswirken. Das gilt in noch höherem Maße für Stat. I im Innern der Förde, doch ist auch hier der Temperaturgang in allen Jahren nicht wesentlich verschieden von dem bei den anderen Stationen.

Sehr viel auffälliger sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren, die sich bei allen Jahresreihen zeigen und am deutlichsten in den Jahreskurven der Monatsmittelwerte für die Lufttemperatur in Kiel und für die Oberflächentemperatur bei

#### Legende zu der nebenstehenden Tafel 15

Gang der Wassertemperatur bei den Terminstationen I und III und bei Feuerschiff „Kiel“ sowie Gang der Lufttemperatur in Kiel in den Jahren 1952—57.



Feuerschiff „Kiel“ (Taf. 15) zum Ausdruck kommen. So folgt dem kühlen Sommer 1954 (mittl. Lufttemp. im Juni bis August um  $15^{\circ}$ ; mittl. Wassertemp. von  $16$ — $17^{\circ}$  im Juni auf  $13$ — $14^{\circ}$  im August fallend) ein warmer Sommer 1955 (mittl. Lufttemp. in Juli/August  $18^{\circ}$ , mittl. Wassertemp. im Juli bis auf  $21$ — $23^{\circ}$  ansteigend). In den ersten Monaten des Jahres fällt die Wassertemperatur bei Ostwetterlagen mit stärkerem Frost auf  $0^{\circ}$  (1954, 1955, 1956), in anderen Jahren bleibt sie bei vorherrschend westlichen Winden über  $2^{\circ}$  (1952, 1957). In einer Aufstellung der Quartalsmittelwerte der Wassertemperatur beim F. S. „Kiel“ (Tab. 3) werden ebenfalls die Unterschiede deutlich.

Die Jahresschwankungen der Wassertemperaturen über dem Boden bewegen sich zwischen  $0$  und  $14^{\circ}$ . Mangels Vergleichsmöglichkeiten mit täglichen Wassertemperaturen in der Tiefe ist nicht zu entscheiden, ob der in manchen Jahren unregelmäßige Temperaturanstieg im Verlauf des Frühjahrs bis zum Maximum im Herbst reell oder durch den Zufall der Proben bedingt ist; sie fallen besonders bei Stat. I in den Jahren 1952 und 1953 auf. Die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Boden variiert von Jahr zu Jahr beträchtlich; sie ist in dem warmen Sommer 1955 am größten, in kühlen Sommern meist gering. Für alle diese Unterschiede müssen wir die Ursachen außerhalb der Kieler Förde in den Beltzen suchen, von denen die thermohaline Schichtung ihren Ausgang nimmt und sich bis in die Kieler Bucht und ihre Förden erstreckt. Die Temperaturinversion im Herbst ist bei Stat. I im Innern der Kieler Förde stärker ausgeprägt als bei Stat. III, eine Folge des Aufquellens von wärmerem Tiefenwasser bei vorwiegend ablandigen Winden. Aus der Herkunft der zu verschiedenen Jahreszeiten auftretenden Wasserarten wird es verständlich, daß in der kalten Jahreszeit Temperatur und Salzgehalt konform gehen, in der warmen Jahreszeit dagegen sich gegensätzlich verhalten. Aus den graphischen Darstellungen und den Tabellen kann man dafür viele Beispiele entnehmen.

#### Literaturverzeichnis

- BANSE, K., 1956: Über den Transport von meroplanktischen Larven aus dem Kattegat in die Kieler Bucht. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. f. Meeresf. Bd. 14. — KÄNDLER, R., 1950: Jahreszeitliches Vorkommen und unperiodisches Auftreten von Fischbrut, Medusen und Dekapodenlarven im Fehmarnbelt in den Jahren 1934—1943. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. f. Meeresf. Bd. 12. — KÄNDLER, R., 1951: Der Einfluß der Wetterlage auf die Salzgehaltsschichtung im Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee. Dtsch. Hydr. Zeitschr. Bd. 4. — KÄNDLER, R., 1953: Hydrographische Untersuchungen zum Abwasserproblem in den Buchten und Förden der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Kieler Meeresf. Bd. 9. — KÄNDLER, R., 1954: Über das Laichen der Makrele (*Scomber scombrus* L.) in der Kieler Bucht. Kieler Meeresf. Bd. 10. — KÄNDLER, R., 1956: Die hydrologischen Verhältnisse in den Buchten und Förden der Ostküste Schleswig-Holsteins im Hinblick auf die Abwasserbelastung. Arbeiten d. Dtsch. Fisch.-Verbandes H. 7. — KÄNDLER, R. und WATTENBERG, H. 1939: Einige Ergebnisse der Untersuchungsfahrten mit dem R.F.D. „Poseidon“ in der westlichen Ostsee 1938. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. f. Meeresf. Bd. 9. — KREY, J. 1941: Nährstoff- und Chlorophylluntersuchungen in der Kieler Förde 1939. Kieler Meeresf. Bd. 4. — KREY, J., 1959: Über den Gehalt an gelöstem anorganischem Phosphor in der Kieler Förde 1952—1957. Kieler Meeresf. Bd. 15. — NEUMANN, G., 1940: Mittelwerte längerer und kürzerer Beobachtungsreihen des Salzgehaltes bei den Feuerschiffen im Kattegat und in der Beltsee. Ann. Hydrogr. u. marit Meteorol. Bd. 68. — WATTENBERG, H., 1941: Über die Grenzen zwischen Nord- und Ostseewasser. Ann. Hydrogr. u. marit. Meteorol. Bd. 69. — WATTENBERG, H., 1950: Die Salzgehaltsverteilung in der Kieler Bucht und ihre Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage. Kieler Meeresf. Bd. 6. — WATTENBERG, H. und MEYER, H., 1937: Der jahreszeitliche Gang des Gehaltes des Meerwassers an Planktonnährstoffen in der Kieler Bucht im Jahre 1935. Kieler Meeresf. Bd. 1. — WEIDEMANN, H. 1950: Untersuchungen über unperiodische und periodische hydrographische Vorgänge in der Beltsee. Kieler Meeresf. Bd. 7. — WITTIG, H., 1953: Der mittlere jährliche Gang des Salzgehaltes in der Kieler und Mecklenburger Bucht. Kieler Meeresf. Bd. 9. — WYRTKI, K., 1953/54: Die Dynamik der Wasserbewegungen im Fehmarnbelt I und II. Kieler Meeresf. Bd. 9 und 10. — WYRTKI, K., 1954: Der große Salzeinbruch in die Ostsee im November und Dezember 1951. Kieler Meeresf. Bd. 10. — Beobachtungen auf den deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee 1952—1957. Dtsch. Hydrogr. Inst. Hamburg.